

特開平4-314374

(43) 公開日 平成4年(1992)11月5日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/136  
3/10557630-4M  
7630-4M

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-108454

(22) 出願日 平成3年(1991)4月12日

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 若林 理

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72) 発明者 小若 雅彦

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72) 発明者 小林 諭樹夫

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

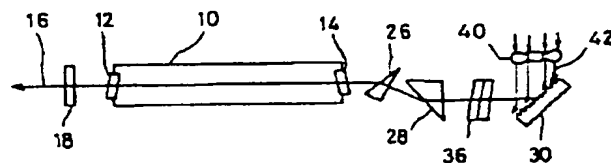
(74) 代理人 弁理士 橋爪 良彦

(54) 【発明の名称】 狭帯域レーザ装置

(57) 【要約】

【目的】 ビームプロファイルの揺らぎを小さくし、安定した出力のレーザ光を得る。

【構成】 波長選択素子として回折格子30の近くにファン40を配置し、回折格子30の反射面に気体42を吹きつけ、回折格子30の表面に気流を発生させ、回折格子近傍の気体温度の上昇、自然対流の発生を防止する。

10: レーザチャンバ  
16: レーザ光  
26, 28: プリズム36: エタロン  
30: 回折格子  
40: ファン  
42: 気体

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長選択素子として回折格子を有する狭帯域レーザ装置において、前記回折格子の反射面に気体を流す気流発生手段を設けたことを特徴とする狭帯域レーザ装置。

【請求項2】 前記気流発生手段は、送風機であることを特徴とする請求項1に記載の狭帯域レーザ装置。

【請求項3】 前記気流発生手段は、装置内に供給するバージガスのガス源と、このガス源に接続され、前記回折格子の近傍に配置したガス吐出口とからなることを特徴とする請求項1に記載の狭帯域レーザ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、スペクトル幅の狭いレーザ光を出力するレーザ装置に係り、特に縮小投影露光装置用の光源として好適な狭帯域レーザ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の高密度化に伴い、パターンの微細化が著しく、微細なパターンを形成するために、スペクトル幅の狭い、いわゆる狭帯域レーザ光を出力するレーザ光源が求められている。そして、現在、エネルギー変換効率がよく、大出力が得られるところから、縮小投影露光装置用の光源としてエキシマレーザ装置が注目されている。しかし、エキシマレーザ装置は、スペクトル幅が広く、発振した光をそのまま縮小投影露光装置の光源として使用することができない。そこで、発振されたレーザ光を、エタロンや回折格子等の波長選択素子（狭帯域化素子）を使用してスペクトル幅を狭くすることが行われている。

【0003】図7は、従来の狭帯域レーザ装置の一例を示したものである。本レーザ装置は、KrF等のレーザ媒質が封入してあるレーザチャンバ10の両端部に窓12、14が設けてあり、レーザチャンバ10内で発生したレーザ光16をレーザチャンバ10の外部に出射できるようにしてある。そして、出力側となる窓12の前方には、共振器を構成しているフロントミラー18が設けてある。

【0004】また、他方の窓14の後方（図の右側）には、波長選択素子としてのエタロン20、22が配置してあり、エタロン22の後方に共振器を構成しているリアミラー24が設けてある。

【0005】このように構成した図7の狭帯域レーザ装置は、一対のエタロン20、22によってレーザ光16の狭帯域化を図っているため、放電幅を制限する必要がなく、狭帯域化の効率がよい利点がある。しかし、エタロン20、22には、レーザチャンバ10から出射されるレーザ光16が直接入射するため、入射光のエネルギー密度が高く、エタロン20、22がレーザ光16によって加熱され、波長選択特性の熱的安定性が著しく悪く、しかもエタロン20、22の寿命が短くなる。また、2

つのエタロン20、22の選択波長を一致させる複雑な波長制御が必要で、波長および出力の制御速度が遅くなる。

【0006】そこで、熱的に安定な回折格子を用い、図8に示したように、窓14の後方にプリズム26、28と回折格子30とをリトロ配置するとともに、窓12、14に隣接してアパーチャ32、34を配設した装置がある。この狭帯域レーザ装置は、回折格子30が熱的に安定であって、しかも波長の制御には、回折格子30の角度だけを調節すればよいので、波長制御および出力制御が非常に速く行える。

【0007】また、図9に示したように、リトロ配置したプリズム28と回折格子30との間にエタロン36を配置した装置もある。この装置は、プリズム26、28とエタロン36とによって波長スペクトル幅を狭くすることができるため、図8の装置のようにアパーチャ32、34を必要としない。そして、図9の装置は、レーザ光16がプリズム26、28によって分散（拡大）され、その後エタロン36と回折格子30とに入射するようになっているため、エタロン36と回折格子30とに入射するレーザ光のエネルギー密度が小さく、また波長のシフト量が少なく、波長制御はエタロン36のみを制御すればよいので、波長および出力の制御を速く行うことができる。

【0008】さらに、波長選択素子にエタロンと回折格子とを用いた狭帯域レーザ装置として、回折格子を斜入射配置するとともに、エタロンと回折格子とを気密室内に配置し、その気密室の圧力を介してエタロンのギャップを制御し、選択波長の変動の吸収を図るものもある（特開昭64-84766号公報）。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の回折格子30を用いた狭帯域レーザ装置は、回折格子30が入射するレーザ光16のために加熱されて高温となり、この熱によって回折格子30の反射面（表面）近傍の気体が温められて揺らぎ、レーザ光16のビームプロファイルが揺らぐ。

【0010】すなわち、発明者等は、図9の共振器内にエタロンと回折格子とを配置した装置のビームプロファイルを、一次元のフォトダイオードアレイセンサにレーザ光16を入射させて測定したところ、図10に示したような結果を得た。図から明らかなように、ビームの中心からの各点における光強度が異なっていて、ビームプロファイルが波を打ったような状態となっている。しかも、ビームプロファイルの波は、回折格子30の表面近傍の気体の揺らぎの影響により、時間の経過とともに同図（A）～（C）のように移動することが観測された。

【0011】そこで、その波の周期を測定するために、レーザ光16の中央部（ $0.025 \times 0.5 \text{ mm}^2$ ）の光の強度の経時変化を測定したところ、図11に示した

ような結果が得られ、変動の周期が約1秒であった。このビームプロファイルの揺らぎは、狭帯域レーザ装置を縮小投影露光装置の光源とした場合に、微細なパターン of 結像に影響を与えるため、大きな問題となっている。

【0012】本発明は、前記従来技術の欠点を解消するためになされたもので、ビームプロファイルの揺らぎを小さくし、安定した出力のレーザ光を得ることができる狭帯域レーザ装置を提供することを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】発明者等は、上記のビームプロファイルのゆらぎの原因を究明するために種々の実験を行った。そして、各光学素子に気体を吹きつけたところ、プリズムとエタロンに気体を吹きつけても、ビームプロファイルの揺らぎに変化は見られなかったが、回折格子の表面に気体を吹きつけると、ビームプロファイルの揺らぎが小さくなった。

【0014】これは、回折格子の表面がレーザ光を吸収して熱を発生し、表面近傍の気体の温度が上昇して気体の屈折率が変化するため、回折格子による選択波長が気体の温度の高いところだけ変化し、エタロンの選択波長と一致しなくなって、ビームプロファイルが波を打つ現象が現れると考えられる。そして、回折格子に発生した熱により、回折格子近傍の気体に自然対流が起こり、ビームプロファイルが揺らぐものと考えられる。

【0015】本発明は、上記の知見に基づいてなされたもので、波長選択素子として回折格子を有する狭帯域レーザ装置において、前記回折格子の反射面に気体を流す気流発生手段を設けたことを特徴としている。

【0016】気流発生手段は、送風機であってもよいし、装置内に供給するパージガスのガス源と、このガス源に接続され、回折格子の近傍に配置したガス吐出口とから構成してもよい。

【0017】

【作用】上記の如く構成した本発明は、気流発生手段によって回折格子の反射面（表面）に、強制的に気体の流れを生じさせる。これにより、回折格子が冷却されるとともに、回折格子の表面付近の気体を強制的に移動させ、回折格子近傍の気体の温度上昇を防止する。従って、回折格子の反射面近傍の気体の熱分布の発生と自然対流による影響とが除去され、ビームプロファイルの揺らぎが小さくなって、安定したビームプロファイルを得られる。

【0018】

【実施例】本発明に係る狭帯域レーザ装置の好ましい実施例を、添付面に従って詳説する。なお、前記従来技術において説明した部分に対応する部分については、同一の符号を付し、その説明を省略する。図1は、本発明の実施例に係る狭帯域レーザ装置の説明図である。

【0019】図1において、狭帯域レーザ装置は、プリズム26、28とエタロン36と回折格子30とがリト

ロー配置とされており、回折格子30の近くに気流発生手段として、送風機であるファン40が配置してある。ファン40は、回折格子30の微細な溝が形成してある反射面に、斜め上方から装置内の気体（例えば窒素）42を吹きつけ、回折格子30の表面に気流を生じさせる。

【0020】このように、ファン40によって回折格子30に気体を吹きつけて、回折格子30の反射面に気流を生じさせることにより、回折格子30の表面を冷却するとともに、回折格子30の表面付近の気体を強制的に移動させ、回折格子30の表面近傍の気体が回折格子30によって加熱されるのを防止する。従って、実施例は、回折格子30の表面付近の気体の温度が部分的に上昇し、その部分の屈折率が変化し、回折格子30の選択波長が変化してビームプロファイルが波を打ったような状態になることを避けることができる。

【0021】また、回折格子30の表面に強制的な気流を生じさせているため、気体が回折格子30の熱によって温められて自然対流を生ずることがなく、ビームプロファイルがゆらぐのを防止することができる。特に、回折格子30の表面付近での気流の風速が2m/s以上になると、図2に示したように、ビームの揺らぎを非常に小さくすることができ、出力の安定したレーザ光16が得られる。

【0022】図3は、他の実施例を示したもので、気流発生手段としてのシロッコファン44が回折格子30の溝のピッチ方向の一側に配置してあり、回折格子30の反射面と平行に気体42を吹き出すようになっている。本実施例においても、前記実施例と同様の効果が得られる。

【0023】図4、図5は、さらに他の実施例を示したもので、それぞれ気流発生手段としてクロスフローファン46と軸流ファン48を用い、回折格子30の溝に沿って気体42を吹きつけるようにしたものである。

【0024】図6は、窒素ガスなどのパージガスを利用して回折格子の表面に気流を発生させるようにしたものである。すなわち、図6において、窒素ガス源である窒素ガスボンベ50は、気流発生手段を構成しており、バルブ52が設けてあって、このバルブ52に流量計54を有する管56が接続してある。そして、管56の先端吐出口58は、回折格子30の反射面の近くに配置され、回折格子30に形成した溝のピッチ方向に沿って、回折格子30の面とほぼ平行に窒素ガス60を吹き出すようになっている。

【0025】本実施例においても、前記各実施例と同様の効果が得られる。なお、窒素ガス60は、回折格子30の溝に沿って吹き出すようにしてもよいし、回折格子30の反射面と斜交するように吹き出させてもよい。

【0026】前記実施例においては、波長選択素子としてプリズム26、28とエタロン30と回折格子30と

5

を用いた狭帯域レーザ装置について説明したが、波長選択素子がプリズムと回折格子とからなる狭帯域レーザ装置であってもよい。また、前記実施例においては、回折格子30をリトロ配置した装置について説明したが、回折格子30はグレース型にしたものであってもよい。そして、前記実施例においては、エキシマレーザ装置について説明したが、He-Neレーザ等の他のガスレーザや色素レーザ等の他のレーザ装置であってもよい。

## 【0027】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、回折格子の反射面に気体を吹きつけ、気流を生じさせるようにしたことにより、回折格子が冷却されるとともに、回折格子の表面近傍の気体が加熱されるのを防止でき、レーザ光の出力とビームプロフィルの安定とを図ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る実施例の説明図である。

【図2】実施例の光強度の時間の経過に対する変化を示す図である。

【図3】気流発生手段としてシロッコファンを回折格子の溝のピッチ方向の一端に配置した実施例の一部斜視図である。

【図4】気流発生手段としてクロスフローファンを用い

6

た実施例の一部斜視図である。

【図5】気流発生手段として軸流ファンを用いた実施例の一部斜視図である。

【図6】バージガスによって気流を発生させる実施例の説明図である。

【図7】波長選択素子がエタロンである従来の狭帯域レーザ装置の説明図である。

【図8】波長選択素子としてプリズムとエタロンとを用いた従来の狭帯域レーザ装置の説明図である。

【図9】波長選択素子としてプリズムとエタロンと回折格子を用いた従来の狭帯域レーザ装置の説明図である。

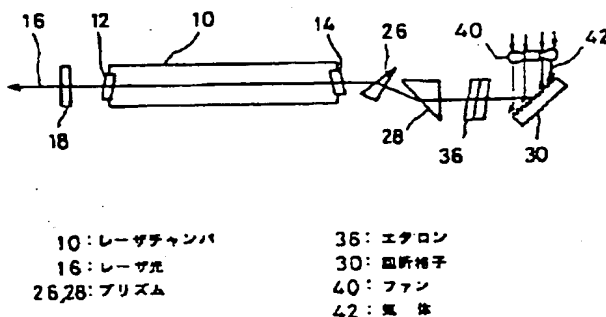
【図10】従来の狭帯域レーザ装置のビームプロフィルの時間変動の説明図である。

【図11】従来の狭帯域レーザ装置のビーム中心における光強度の時間変動の説明図である。

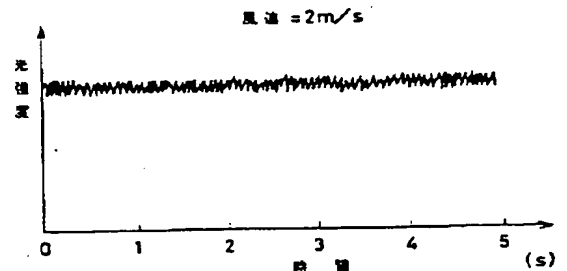
## 【符号の説明】

- |       |             |
|-------|-------------|
| 10    | レーザチャンバ     |
| 16    | レーザ光        |
| 26、28 | プリズム        |
| 36    | エタロン        |
| 30    | 回折格子        |
| 40    | 気流発生手段（ファン） |
| 42    | 気体          |

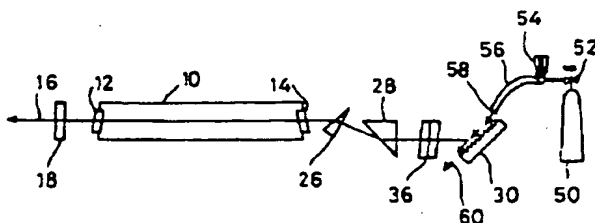
【図1】



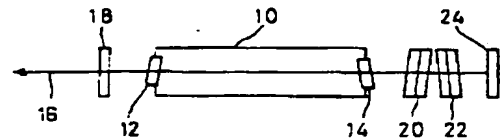
【図2】



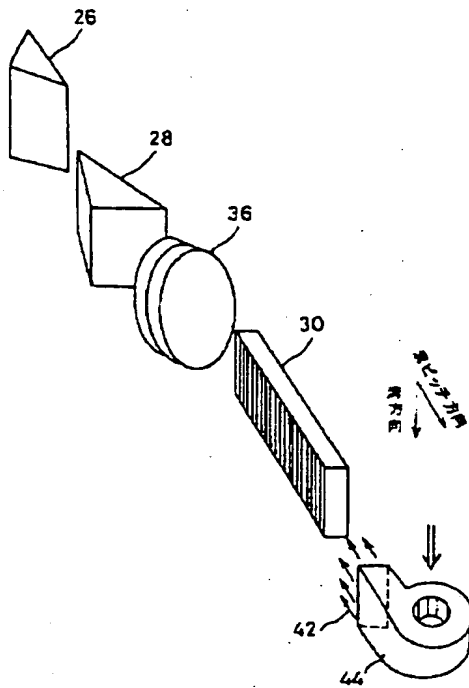
【図6】



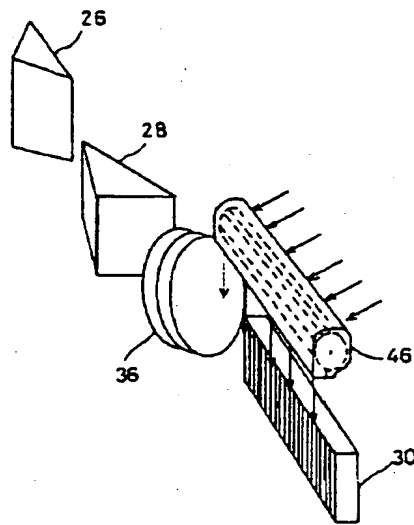
【図7】



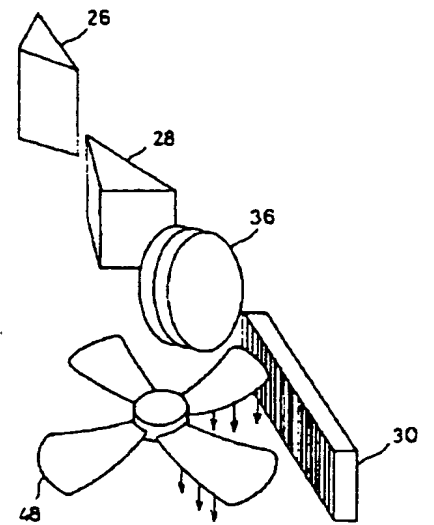
【図3】



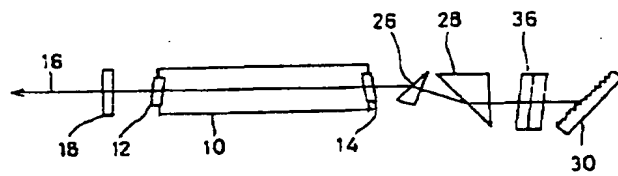
【図4】



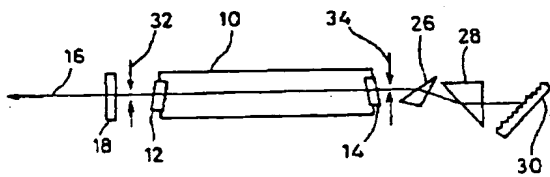
【図5】



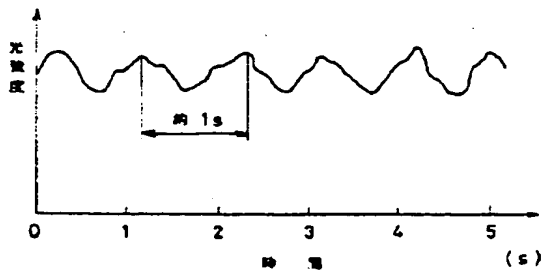
【図9】



【図8】



【図11】



【図10】

